کوانٹم تجربہ جس نے معروضی حقیقت پر سوال کھڑا کردیا

ترجمہ: قدیر قریشی

دنیا کا عجیب ترین تجربہ وہ ہے جس میں ایک ایٹمی ذرے کو دو باریک شگافوں سے گذارا جاتا ہے – یہ اس بات کا سب سے زیادہ چونکا دینے والا ثبوت ہے کہ کوانٹم کے لیول پر ذرات بڑے اجسام کے مقابلے میں بالکل مختلف انداز سے کام کرتے ہیں – اس سے یہ معلوم ہوتا ہے کہ معروضی حقیقت اس سے بالکل مختلف ہے جو ہمیں انسانی آنکھ سے نظر آتی ہے – آئیے بات کا آغاز ایک ایسی چیز سے کرتے ہیں جس سے ہم سب واقف ہیں – یہ ایک ربڑ کی بطخ ہے جو ایک تالاب کے پانی میں تیر رہی ہے – اس کے ہچکولے کھانے سے پانی میں لہریں پیدا ہو رہی ہیں – کچھ دور جا کر ان لہروں کو ایک رکاوٹ ملتی ہے جس میں دو شگاف ہیں – باقی تمام جگہوں پر تو لہریں اس رکاوٹ سے ٹکرا کر واپس منعکس ہوجاتی ہیں لیکن کچھ لہریں ان شگافوں سے گذر کر شگاف کے دوسری طرف دو دائروں کی شکل میں پھیلنے لگتی ہیں – اس طرح یہ دو لہریں ایک دوسرے سے ٹکرا کر ایک خوبصورت نقش بناتی ہیں جسے تداخل یا interference pattern کہا جاتا ہے – اس پیٹرن کی وجہ یہ ہے کہ کچھ مقامات پر ایک لہر کا بلند ترین حصہ دوسری لہر کے بلند ترین حصے سے ٹکراتا ہے اور یوں وہاں لہر کی بلندی دو گنا ہوجاتی ہے – اسی طرح کچھ اور مقامات پر ایک لہر کا پست ترین حصہ دوسری لہر کے پست ترین حصے سے ٹکراتا ہے جس کے نتیجے میں وہاں لہر کی گہرائی دو گنا ہوجاتی ہے - اسے constructive interference کہا جاتا ہے– اس کے برعکس کچھ مقامات پر ایک لہر کا بلند ترین حصہ دوسری لہر کے پست ترین حصے سے ٹکراتا ہے اور دونوں ایک دوسرے کو زائل کر دیتے ہیں جس کے نتیجے میں وہاں لہریں معدوم ہوجاتی ہیں – اسے destructive interference کہا جاتا ہے – چنانچہ ہمیں باری باری لہروں اور سپاٹ پانی کا ایک پیٹرن نظر آتا ہے – ایسا پیٹرن ہر قسم کی لہروں سے بنایا جاسکتا ہے مثلاً پانی میں لہروں سے، آواز کی لہروں سے اور روشنی کی لہروں سے

t-1:30 روشنی کو دو شگافوں سے گذارنے والا تجربہ سب سے پہلے سنہ 1801 میں تھامس ینگ نامی سائنس دان نے کیا جس نے روشنی کو دو تنگ شگافوں سے گذارا اور پردے پر تداخل یا interference کے پیٹرن کا مشاہدہ کیا – اب ہمیں کلرک میکس ویل کی بدولت یہ معلوم ہوچکا ہے کہ روشنی دراصل برقی مقناطیسی لہریں ہیں چنانچہ ان میں interference ہونا کوئی حیرت کی بات نہیں – لیکن ہم یہ بھی جانتے ہیں کہ روشنی فوٹونز سے مل کر بنتی ہے جو روشنی کے ذرے تصور کیے جاتے ہیں – آئن سٹائن کا دریافت کردہ فوٹو الیکٹرک ایفیکٹ اس بات کا ثبوت ہے کہ روشنی ذرات پر مشتمل ہے – اس بارے میں میکس پلانک نے سب سے پہلے بلیک باڈی radiation کے مسئلے کو توانائی کی quantization کے تصور سے حل کیا – فوٹون کو توانائی کا ایک پیکٹ تصور کیا جاسکتا ہے جو کہ روشنی کی بنیادی اکائی ہے جسے مزید تقسیم نہیں کیا جاسکتا – چنانچہ ان شگافوں سے گذرتے ہوئے ہر فوٹون کو یہ فیصلہ کرنا ہوگا کہ وہ شگاف نمبر 1 سے گذرے گا یا شگاف نمبر 2 سے – فوٹون دو حصوں میں تقسیم ہوکر دونوں شگافوں سے بیک وقت نہیں گذر سکتا – اگر بہت سے فوٹونز دونوں شگافون سے گذر رہے ہوں تب یہ ممکن ہے کہ شگاف سے نکلنے کے بعد وہ تداخل پیدا کریں

لیکن ایک اور تجربے سے ایسے نتائج کا مشاہدہ کیا گیا جو فزکس کی تاریخ میں سب سے زیادہ پریشان کن تجربہ تصور کیا جاتا ہے – اس تجربے میں فوٹونز کو ایک ایک کر کے خارج کیا گیا تاکہ ایک وقت میں صرف ایک ہی فوٹون شگافوں میں سے گذر سکے – اس صورت میں بھی پردے پر انٹر فیرنس کا پیٹرن دیکھا گیا – آئیے اس مسئلے کا تفصیلی جائزہ لیتے ہیں –

t-2:50 جب پہلا فوٹون دونوں میں سے کسی شگاف سے گذرتا ہے تو گذرنے کے بعد وہ شگافوں کے پیچھے موجود ایک سکرین پر جاکر ٹکراتا ہے اور ایک نقطے کی صورت میں شبیہہ بناتا ہے – اسی طرح دوسرا، تیسرا اور چوتھا فوٹون بھی اسی طرح سکرین پر شبیہہ بناتا ہے – گویا ہر فوٹون ایک مکمل ذرے کی طرح کام کرتا ہے – لیکن اگر ہم اسی طرح بہت سے فوٹونز ایک ایک کر کے فائر کریں تو کچھ دیر کے بعد ہمیں سکرین پر وہی انٹرفیرنس کا پیٹرن نظر آنے لگتا ہے – یہ نتیجہ انتہائی حیرت انگیز ہے اور ہماری توقعات کے برعکس ہے کیونکہ ہم جانتے ہیں کہ ہر فوٹون اپنے طور پر ایک مکمل ذرے کے طور پر ہی کام کرتا ہے – فوٹون ایک اکائی ہے اور پانی کی لہروں کی طرح اپنی توانائی دونوں شگافوں میں تقسیم نہیں کرسکتا – کسی فوٹون کو یہ علم نہیں کہ باقی فوٹونز نے کون سا راستہ اختیار کیا – اس کے باوجود مجموعی طور پر فوٹونز انٹرفیرنس کا پیٹرن بناتے ہیں جس کا لازم مطلب یہ ہے کہ فوٹونز جانتے ہیں کہ انہیں سکرین پر کس جگہ ٹکرانا ہے اور کس جگہ نہیں ٹکرانا –

اس قسم کا انٹرفیرنس پیٹرن صرف فوٹونز سے ہی نہیں بنتا – اگر ہم ایک ایک کر کے الیکٹرانز فائر کریں تو وہ بھی اسی طرح کا پیٹرن بناتے ہیں – اسی قسم کا پیٹرن ایٹمز، چھوٹے مالیکیول حتیٰ کی کاربن کے بڑے مالیکیول سے بھی بنایا جاچکا ہے جس میں 60 ایٹمز ہوتے ہیں -

t-4:30 – اس سے ہم اس کے سوا اور کوئی نتیجہ نہیں نکال سکتے کہ ہر فوٹون، الیکٹران، یا مالیکیول کسی نہ کسی طرح دونوں شگافوں سے ایک لہر کی صورت میں گذرتا ہے اور یہ لہر اپنے آپ سے مل کر انٹری فیرنس پیٹرن بناتی ہے – جہاں اس لہر کا بلند ترین حصہ ہوتا ہے وہاں ذرات کا سکرین سے ٹکرانے کا امکان زیادہ ہوتا ہے اور جہاں یہ لہر پست ہوتی ہے وہاں ذرات کا سکرین سے ٹکرانے کا امکان کم ہوتا ہے – لیکن کسی نہ کسی طرح ہر ذرہ سکرین پر صرف ایک ہی جگہ ٹکراتا ہے – اسی قسم کا ایک اور مظہر کوانٹم tunneling بھی ہے – حقیقت یہ ہے کہ کوانٹم ذرات کی بہت سی خصوصیات مثلاً مومینٹم، spin ، اور توانائی بھی اسی اصول کے تحت کام کرتے ہیں – ان مظاہر کو اگرچہ ذہنی طور پر سمجھنا ناممکن ہے لیکن ریاضی کی زبان میں انہیں مکمل طور پر بیان کیا جاسکتا ہے – ان لہروں جیسی خصوصیات کو ریاضی کے جس فارمولے سے بیان کیا جاتا ہے اسے ان ذرات کا wave function کہا جاتا ہے – اس ویوو فنکشن سے کوانٹم ذرات کی خصوصیات کو مکمل طور پر بیان کیا جاسکتا ہے – لیکن یہ ویوو فنکشن ہے کیا اور یہ لہریں کس چیز کی ہیں اس بارے میں کچھ بھی کہنا مشکل ہے

آیئے اس پر کچھ تفصیلی بات کرتے ہیں اور یہ دیکھتے ہیں کہ ہم ان دو شگاف والے نتائج کے بارے میں کیا کچھ جانتے ہیں – ہم یہ جانتے ہیں کہ ہر ذرے کا آغاز اور انجام کہاں پر ہوا – ان کا آغاز اس لیزر گن یا مالیکیولز کے منبع سے ہوا جس کی پوزیشن ہمیں معلوم ہے – ان کا انجام سکرین کے ایک نقطے پر ہوا جس کی پوزیشن ہم دیکھ سکتے ہیں – چنانچہ ان دونوں مقامات پر یہ ذرات کی طرح ہی کام کرتے ہیں – لیکن راستے میں یہ لہروں کی طرح کام کرتے معلوم ہوتے ہیں – گویا شگافوں سے گذرنے کے دوران ان ذرات کو نہ صرف سکرین کے ہر نقطے تک پہنچنے کا راستہ معلوم ہے بلکہ راستے میں ہر جگہ پر دوسرے ذرات کے موجود ہونے کے امکان کا بھی علم ہے –

t-6:00 چنانچہ ہر ذرے کو لازماً تمام ممکن راستوں کا علم ہونا چاہیے – گویا ان ذرات کے پاس ان تمام ممکنہ راستوں کا مکمل سیٹ ہے جن سے کوئی بھی اور ذرہ گذر سکتا ہے (ورنہ انٹرفیرنس پیٹرن ممکن نہیں ہے) لیکن سکرین تک پہنچتے ہی ذرہ صرف ایک نقطہ منتخب کرتا ہے جس کا مطلب یہ ہے کہ ذرہ اس خاص راستے سے ہی گذرا تھا جس سے گذر کر اس نقطے تک آنا ممکن تھا – ہمیں یہ معلوم نہیں کہ کون سے محرکات ان ذرات کو سکرین پر پہنچنے کے وقت لہروں سے ذرات کا کردار اپنانے پر مجبور کرتے ہیں

ہمارے پاس جتنے جوابات ہیں ان سے زیادہ نئے سوالات پیدا ہوتے چلے جارہے ہیں – ہم نے ابھی تک یہ بیان نہیں کیا کہ اگر یہ ذرات لہروں کی شکل میں سفر ہیں تو وہ لہریں کس شے کی ہیں – ہمیں اس سوال کا جواب معلوم نہیں ہے – کوانٹم فزکس کی مختلف توضیحات اس سوال کا مختلف جواب دیتی ہیں –

ورنر ہائزنبرگ اور نیل بوہر دونوں نے مل کر 1920 کی دہائی میں کوپن ہیگن شہر میں کوانٹم فزکس کو دریافت کیا – اس شہر کے نام پر کوانٹم فزکس کی ایک توضیح کو کوپن ہیگن توضیح کہا جاتا ہے – اس کے مطابق یہ لہریں کسی مادی شے کی نہیں بلکہ صرف امکان یعنی probability کی لہریں ہیں – اس توضیح کے مطابق جب تک ایک ذرہ کسی شے سے نہ ٹکرائے اس وقت تک وہ ایک امکانی لہر ہی ہوتا ہے اس کا کوئی مادی وجود نہیں ہوتا – صرف سکرین سے ٹکرانے پر ہی اس کے وجود کی جگہ کا اور اس کے راستے کا تعین ہوتا ہے – اس امکان سے وجود میں تبدیلی کے عمل کو collapse of the wave function کہا جاتا ہے – اس collapse سے پہلے ذرے کی خصوصیات کی بات کرنا بے معنی ہے –

t-7:30 گویا کائنات میں تمام کے تمام امکانات بیک وقت موجود ہوتے ہیں اور صرف آخری لمحے پر ہی ان میں سے ایک امکان کا چناؤ ہوتا ہے – یہ تمام امکانات آپس میں ایک دوسرے پر اثر انداز ہوتے ہیں جس سے interference pattern ترتیب پاتا ہے اور ذرے کی حتمی پوزیشن کا فیصلہ ہوتا ہے – چنانچہ تمام کے تمام ممکنہ راستے interference پیدا کرتے ہیں لیکن ان

میں سے صرف ایک راستہ 'حقیقت' کا روپ دھارتا ہے اور باقی تمام راستے غیر حقیقی رہتے ہیں – کوپن ہیگن توجیہہ کے مطابق حقیقی راستے کا چناؤ بالکل random ہوتا ہے لیکن یہ wave function کے دائرۂ کار کے اندر رہ کر ہی ہوتا ہے

اگرچہ عقلی طور پر کوانٹم تھیوری کو ذہن تسلیم نہیں کرتا لیکن عملی طور پر اس سے زیادہ کامیاب تھیوری شاید سائنس میں کوئی نہیں – اس کی پیش گوئیاں حیرت انگیز حد تک درست ثابت ہوئی ہیں اور اس کے نتائج کوپن ہیگن توضیح کے عین مطابق ہیں –

لیکن کوپن ہیگن توضیح کوانٹم فزکس کی واحد توضیح نہیں ہے – کوانٹم فزکس کی کچھ توضیحات ایسی بھی ہیں جن میں wave function کو محض ایک ماڈل نہیں بلکہ ایک معروضی حقیقت مانا گیا ہے – یہ ذہن میں رکھیے گا کہ روشنی برقی مقناطیسی فیلڈ کی لہروں پر مشتمل ہے – کوانٹم فیلڈ تھیوری کا بیان ہے کہ تمام بنیادی ذرات اصل میں ان فیلڈز کی لہریں ہیں – یہ لہریں ہی ذرات کے راستوں کا تعین کرتی ہیں اور یہی سکرین پر ان ذرات کی حتمی پوزیشن کا فیصلہ کرتی ہیں –

[اس کے بعد تین چار منٹ کا وڈیو 'great courses ' کے پروگرام کا اشتہار ہے جس کا ترجمہ ضروری نہیں – ڈبنگ کے وقت یہاں سے بعد کے وڈیو کو حذف کر دیجیے گا – قدیر]

مزید وڈیوز دیکھنے کے لیے وزٹ کیجیے سائنس کی دنیا ۔ کام sciencekidunya.com

وڈیو لنک
https://www.youtube.com/watch?v=p-MNSLsjjdo